

ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

Publication number: JP2004031324 (A)

Publication date: 2004-01-29

Inventor(s): LEE KWANHEE; SHIN GENOKU; CHOI YONGJOONG;
KWON JANGHYUK; JUNG JINWOUNG

Applicant(s): SAMSUNG SDI CO LTD

Classification:

- international: H05B33/24; H01L51/50; H01L51/52; H05B33/26;
H01L27/32; H05B33/24; H01L51/50; H05B33/26;
H01L27/28; (IPC1-7): H05B33/24; H05B33/14; H05B33/26

- European: H01L51/52B2

Application number: JP20030103223 20030407

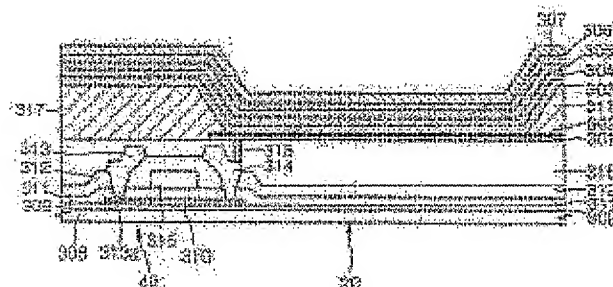
Priority number(s): KR20020035137 20020622

Also published as:

US2003234608 (A1)
US2003234608 (A1)
US7190111 (B2)
US7190111 (B2)
KR20040000630 (A)

Abstract of JP 2004031324 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the light emitting efficiency of an upper surface light emission type organic electroluminescent element by adopting an anode of a multi-layer structure composed of a hole injection electrode layer and a reflection film layer, injecting a hole into the organic layer from the hole injection electrode layer, and reflecting light produced by a luminous layer in the direction of a cathode by the reflection film layer having high reflectance. ; **SOLUTION:** The organic electroluminescence element comprises a first anode 301 formed on a substrate 308 and having a reflectance of at least 60%, a second anode formed on the first anode and composed of a conductive metal having a work function within a range of 4.3-5.8 eV or its oxide, and organic films (303-306) formed on the second anode and a cathode 307 formed on the organic film. ; **COPYRIGHT:** (C) 2004,JPO



Family list

4 application(s) for: JP2004031324

1 Organic electroluminescent device employing multi-layered anode

Inventor: GAN-HEE LEE [KR] ; HUN-AUG SHIN [KR] (+1) **Applicant:** SAMSUNG SDI CO LTD [KR]

EC: H01L51/52B2

IPC: H05B33/24; H01L51/50; H01L51/52; (+8)

Publication info: CN1468038 (A) — 2004-01-14

2 ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

Inventor: LEE KWANHEE ; SHIN GENOKU (+3) **Applicant:** SAMSUNG SDI CO LTD

EC: H01L51/52B2

IPC: H05B33/24; H01L51/50; H01L51/52; (+9)

Publication info: JP2004031324 (A) — 2004-01-29

3 ORGANIC ELECTRO-LUMINESCENCE DISPLAY DEVICE HAVING MULTI-LAYERED ANODE

Inventor: CHOI YONG JUNG ; JUNG JIN UNG (+3) **Applicant:** SAMSUNG SDI CO LTD

EC: H01L51/52B2

IPC: H05B33/24; H01L51/50; H01L51/52; (+7)

Publication info: KR20040000630 (A) — 2004-01-07

4 Organic electroluminescent device employing multi-layered anode

Inventor: LEE KWANHEE [KR] ; SHIN HYUNEOK [KR] (+3)

Applicant: SAMSUNG SDI CO LTD [KR]

EC: H01L51/52B2

IPC: H05B33/24; H01L51/50; H01L51/52; (+7)

Publication info: US2003234608 (A1) — 2003-12-25

US7190111 (B2) — 2007-03-13

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-31324

(P2004-31324A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H05B 33/24

H05B 33/24

3K007

H05B 33/14

H05B 33/14

A

H05B 33/26

H05B 33/26

Z

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-103223 (P2003-103223)
 (22) 出願日 平成15年4月7日 (2003.4.7)
 (31) 優先権主張番号 2002-035137
 (32) 優先日 平成14年6月22日 (2002.6.22)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 590002817
 三星エスディアイ株式会社
 大韓民国京畿道水原市八達区▲しん▼洞 5
 75番地
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (72) 発明者 李 寛熙
 大韓民国ソウル市冠岳区奉天洞 1630-
 5
 (72) 発明者 申 鉉億
 大韓民国京畿道軍浦市山本洞 (番地なし)
 漢拏住公アパート 410-906
 最終頁に続く

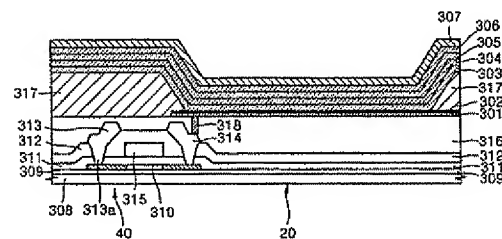
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 ホール注入電極層と反射膜層とからなる多層構造のアノードを上面発光型の有機電界発光素子に採用し、ホール注入電極層が有機層へホールの注入を行うと同時に、高い反射率を有する反射膜層が発光層にて生成された光をカソード方向に反射することにより、有機電界発光素子の発光効率を高める。

【解決手段】 基板308上に形成された反射率が60%以上の第1アノード301と、第1アノード上に形成された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第2アノード302と、第2アノード上に形成された有機膜(303~306)と、有機膜上に形成されたカソード307とを含むようにした。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された反射率が 60% 以上の第 1 アノードと、前記第 1 アノード上に形成された仕事関数が 4.3 から 5.8 eV の範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第 2 アノードと、
前記第 2 アノード上に形成された有機膜と、
前記有機膜上に形成されたカソードとを含むこと、
を特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】

前記基板と第 1 アノードとの間に仕事関数が 4.3 から 5.8 eV の範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第 3 アノードがさらに形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記第 2 アノード及び第 3 アノードは、互いに独立して ITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀、及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 4】

前記第 1 アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

前記第 2 アノードは、ITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記第 2 アノード及び第 3 アノードは、同じ材質よりなることを特徴とする請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記第 1 アノードはアルミニウムよりなり、前記第 2 アノード及び第 3 アノードはニッケルよりなることを特徴とする請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 8】

前記第 1 アノードはアルミニウムよりなり、前記第 2 アノードはニッケルよりなることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 9】

前記カソードは透明であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 10】

基板上に形成された薄膜トランジスタと、
前記薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜と、
前記絶縁膜の接続孔を通じて薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と連結された反射率 60% 以上の第 1 アノードと、
前記第 1 アノード上に形成された仕事関数が 4.3 から 5.8 eV の範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第 2 アノードと、
前記第 2 アノード上に形成された有機膜と、
前記有機膜上に形成されたカソードとを含むこと、
を特徴とするアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項 11】

前記第 1 アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項 10 に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項 12】

前記第2アノードは、ITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項10に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項13】

前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノードはニッケルよりなることを特徴とする請求項10に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項14】

前記カソードは透明なことを特徴とする請求項10に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項15】

基板上に形成された薄膜トランジスタと、
前記薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜と、
前記絶縁膜の接続孔を通じて薄膜トランジスタのソース/ドレイン電極と連結された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第3アノードと、

前記第3アノード上に形成された反射率60%以上の第1アノードと、
前記第1アノード上に形成された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第2アノードと、
前記第2アノード上に形成された有機膜と、
前記有機膜上部に形成されたカソードとを含むこと、
を特徴とするアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項16】

前記第1アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項15に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項17】

前記第2アノード及び第3アノードは、互いに独立してITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀、及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることを特徴とする請求項15に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項18】

前記第2アノード及び第3アノードは、同じ材料よりなることを特徴とする請求項17に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項19】

前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノード及び第3アノードはニッケルよりなることを特徴とする請求項15に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【請求項20】

前記カソードは透明なことを特徴とする請求項15に記載のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は有機電界発光素子にかかり、さらに詳しくは、優れたホール注入特性を有し反射率が高い多層構造のアノードを採用することによって発光特性が改善された部分に特徴のある有機電界発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

有機電界発光素子（有機EL素子（EL：Electroluminescent））は、一般的に、アノード（陽極）カソード（陰極）との間に発光層である有機薄膜が挟まれ

10

20

30

40

50

た構成を有する。前記有機電界発光素子に直流電流を流すと、アノードからは正孔が、カソードからは電子が注入され、前記有機薄膜内で正孔と電子が結合する。この時発生するエネルギーにより有機薄膜の有機物質が励起されてエネルギーが光として放出される。

【0003】

有機電界発光素子を適用した有機電界発光表示装置の駆動方式には、アクティブマトリックス駆動方式とパッシブマトリックス駆動方式とがある。アクティブマトリックス駆動方式とは、画像の個々の画素ごとに、駆動電極及びスイッチの役割りをするアクティブ素子としての薄膜トランジスタ（TFT: Thin Film Transistor）を割り当て方式である。

【0004】

即ち、アクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光表示装置は、薄膜トランジスタが配置された基板上に、アノード、発光層、及びカソードが順に積層された構造の有機電界発光素子を各画素ごとに有する。

【0005】

ここで、前記基板はガラスなどの透明基板であり、また、アノードには前記発光層からの光を外部に取り出せるようにするために透明電極が用いられるのが一般的である。即ち、有機電界発光素子の下面から光が取り出されるので、これを下面発光型という。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前記下面発光型の有機電界発光素子が適用された有機電界発光表示装置は、各画素ごとに設けられる薄膜トランジスタが光を遮断するので、1画素領域のうちで画像表示に有効な面積比率である開口率が低くなる。そのため、画像の輝度が低下したり、電流密度が高くなることによる有機電界発光素子の劣化などの問題が生じてくる。

【0007】

このような問題点を解決するために、より多くの光を外部に取り出せるようにする技術が開発されてきた。

【0008】

そのような従来の技術の一つには、有機電界発光素子の一方の電極側の面から光を取り出す際に、他方の電極側の面にも光を反射させてその反射光も同時に取り出すようにした、反射型概念を適用した有機電界発光素子がある（例えば、特許文献1参照）。この技術によれば、透明電極とパターンニングされた反射型電極との間に、電極に電気信号を流すことによって発光する発光薄膜が設けられる。そして、前記発光薄膜から発光された光は、透明電極を通じて画像を表示すると同時に、反射型電極側にも発光されてパターン化された反射型電極からの反射光も利用して画像を表示する。即ち、従来よりも多くの光を有機電界発光素子の外部に取り出せるようにしたものである。

【0009】

また、反射光を利用して発光効率を高める別の技術としては、基板の上に第1導電層と有機発光層と第2導電層とが順次に積層され、前記第1導電層と第2導電層との間にバリエー層が更に含まれる構成を有する有機電界発光素子がある（例えば、特許文献2参照）。このような有機電界発光素子においては、前記第1導電層は電子注入層と反射層の役割を同時に担い、前記第2導電層はホール注入層の役割を担う。

【0010】

反射光を利用した更に別の技術としては、基板と、前記基板上に順次に形成されるカソード及びアノードと、前記カソードとアノードとの間に位置して電圧の印加に応じて発光する有機膜と、前記有機膜と隣接する電極との間に介在するバリエー層とを具備する有機電界発光素子が開示されている（例えば、特許文献3参照）。前記有機電界発光素子においては、カソードは仕事関数が小さく電子注入機能に優れ、アノード及びバリエー層は仕事関数が大きくホール注入機能に優れた特性を有する。このような発明の一実施形態によれば、アノードは、ITO（Indium Tin Oxide）やアルミニウムなどの物質を用いてシリコン基板のような不透明基板上に形成される。そして、カソードは、Zn

10

20

30

40

50

S, GaN, ITO, ZnSeなどのような透明物質を用いて形成される。しかしながら、アノードにアルミニウムを用いる実施形態は、駆動電圧が適性範囲を超えて上昇してしまうために有機電界発光素子として実用化するのは難しい。

【0011】

そこで、このような従来の技術の様々な問題点を解決するために、有機層が発光した光を薄膜トランジスタ回路が設けられる基板側とは反対の面から取り出す概念が導入された。基板の反対側である上面から光を取り出すことができれば、薄膜トランジスタ回路に光を遮断されることがなくなり、広い面積を発光領域として使用できるために開口率を極めて大きくすることができる。

【0012】

このような概念のもとに、開口率を大きくして発光効率を高めることができる上面発光型 (top-emitting) の有機電界発光素子が開発された (例えば、非特許文献1参照)。上面発光型の有機電界発光素子は、反射型アノード、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、及び半透明カソードが順次に積層された多層構造を有する。前記発光層で生成された光は有機電界発光素子の上面、即ち半透明カソードを通じて発光される。前述したような構造を有する有機電界発光素子で生成されたRGB (赤緑青) 原色の光の一部は半透明アノードに反射する。この反射光が互いに干渉すると、多重光干渉効果によって光の色合いが変わる。このような効果を利用して、多層構造の有機電界発光素子の各層の組成条件を最適化すれば、有機電界発光素子の色彩特性を向上させることができる。

【0013】

前述した上面発光型の有機電界発光素子の反射型アノードは金属物質から成る単層のアノードである。単層金属膜の反射型アノードは、その反射率が60%未満と非常に小さい。このようにアノードの反射率が低いと、発光された光の利用効率が低下し、その結果駆動電圧が上昇して有機電界発光素子の寿命を短くするという問題点がある。

【0014】

このように、従来の技術による上面発光型の有機電界発光素子は、前述したようにアノードの反射率について考慮がなされていないため、有機発光層にて生成された光の約半分が失われて光の効率的な利用ができていない。特に、アルミニウムを使用したアノードにおいては、駆動電圧が低くなることがあり、実際に有機電界発光素子に適用して実用化するには問題がある。

【0015】

【特許文献1】

米国特許第5,796,509号明細書

【特許文献2】

米国特許第6,016,033号明細書

【特許文献3】

米国特許第5,714,838号明細書

【非特許文献1】

SID Digest page 384-386

Title : A 13.0-inch AMOLED

display with top emitting

structure adaptive current mode

programmed pixel circuit

【0016】

そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、優れたホール注入特性を有し反射率が高い多層構造のアノードを採用することによって発光特性が改善された上面発光型の有機電界発光素子及びアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、基板上に形成された反射率が60%以上の第1アノードと、前記第1アノード上に形成された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第2アノードと、前記第2アノード上に形成された有機膜と、前記有機膜上に形成されたカソードとを含むこと、を特徴とする有機電界発光素子が提供される。

【0018】

このような本発明にかかる有機電界発光素子によれば、前記第2アノードがホール注入電極の役割りを果たし、前記第1アノードが反射膜の役割りを果たす多層構造のアノードを採用することにより、前記第2アノードが有機膜へホールの注入を行うと同時に、前記第1アノードが前記有機膜にて生成された光を反射するので、有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。また、前記有機電界発光素子は、前記有機膜にて生成された光及び第1アノードからの反射光を前記カソードを通して外部に発光する。

10

【0019】

また、前記基板と第1アノードとの間には、仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第3アノードをさらに形成することができる。

【0020】

そして、前記第2アノード及び第3アノードは、互いに独立してITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀、及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質はホール注入特性に優れるため、前記有機膜へのホール注入を容易に行うことができる。

20

【0021】

また、前記第1アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質は高い反射率を有するため、前記有機膜にて生成された光を効率的に反射して有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。

【0022】

前記多層構造のアノードが前記第1アノードと前記第2アノードとからなる2層構造の場合、前記第2アノードは、ITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。

【0023】

前記多層構造のアノードが前記第1アノードと前記第2アノードと前記第3アノードとからなる3層構造の場合、前記第2アノード及び第3アノードは、同じ材質よりなることが望ましい。

30

【0024】

前記多層構造のアノードが前記第1アノードと前記第2アノードと前記第3アノードとからなる3層構造の場合、前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノード及び第3アノードはニッケルよりなることがより望ましい。そして、前記多層構造のアノードが前記第1アノードと前記第2アノードとからなる2層構造の場合、前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノードはニッケルよりなることがより望ましい。

【0025】

また、前記カソードは透明である如く構成すれば、前記有機膜にて生成された光及び前記第1アノードから反射してきた光を前記カソードを通して有機電界発光素子の外部に発光することができる。

40

【0026】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、基板上に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜と、前記絶縁膜の接続孔を通じて薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と連結された反射率60%以上の第1アノードと、前記第1アノード上に形成された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第2アノードと、前記第2アノード上に形成された有機膜と、前記有機膜上に形成されたカソードとを含むこと、を特徴とするアクティブマトリッ

50

クス駆動方式の有機電界発光素子が提供される。

【0027】

このような本発明にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子によれば、前記第2アノードがホール注入電極の役割りを果たし、前記第1アノードが反射膜の役割りを果たす多層構造のアノードを採用した有機電界発光素子を備えることにより、前記第2アノードが有機膜へホールの注入を行うと同時に、前記第1アノードが前記有機膜にて生成された光を反射するので、有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。また、前記有機電界発光素子は前記有機膜にて生成された光及び第1アノードからの反射光を前記カソードを通して外部に発光する上面発光型のため、基板に設けられる薄膜トランジスタにより光が遮られる下面発光型と比較すると開口率が極めて高くなり、優れた発光特性を有する。

10

【0028】

また、前記第1アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質は高い反射率を有するため、前記有機膜にて生成された光を効率的に反射して有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。

【0029】

そして、前記第2アノードは、ITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質はホール注入特性に優れるため、前記有機膜へのホール注入を容易に行うことができる。

20

【0030】

また、前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノードはニッケルよりなることがより望ましい。

【0031】

また、前記カソードは透明である如く構成すれば、前記有機膜にて生成された光及び前記第1アノードから反射してきた光を前記カソードを通して有機電界発光素子の外部に発光することができる。このように前記カソードを通して有機電界発光素子の外部に光を発光すると、開口率が極めて高くなるので、有機電界発光素子は優れた発光特性を示す。

【0032】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、基板上に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜と、前記絶縁膜の接続孔を通じて薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と連結された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第3アノードと、前記第3アノード上に形成された反射率60%以上の第1アノードと、前記第1アノード上に形成された仕事関数が4.3から5.8 eVの範囲内の伝導性金属またはその酸化物よりなる第2アノードと、前記第2アノード上に形成された有機膜と、前記有機膜上部に形成されたカソードとを含むこと、を特徴とするアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子が提供される。

30

【0033】

このような本発明にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子によれば、前記第2アノード及び前記第3アノードがホール注入電極の役割りを果たし、前記第1アノードが反射膜の役割りを果たす多層構造のアノードを採用した有機電界発光素子を備えることにより、前記第2アノード及び前記第3アノードが有機膜へホールの注入を行うと同時に、前記第1アノードが前記有機膜にて生成された光を反射するので、有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。また、前記有機電界発光素子は前記有機膜にて生成された光及び第1アノードからの反射光を前記カソードを通して外部に発光する上面発光型のため、基板に設けられる薄膜トランジスタにより光が遮られる下面発光型と比較すると開口率が極めて高くなり、優れた発光特性を有する。

40

【0034】

50

また、前記第1アノードは、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、及びこれらの合金よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質は高い反射率を有するため、前記有機膜にて生成された光を効率的に反射して有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。

【0035】

そして、前記第2アノード及び第3アノードは、互いに独立してITO、IZO、ニッケル、白金、金、イリジウム、クロム、銀、及びその酸化物よりなる群から選択された一つ以上の物質よりなることが望ましい。前述したような物質はホール注入特性に優れるため、前記有機膜へのホール注入を容易に行うことができる。

【0036】

また、前記第2アノード及び第3アノードは、同じ材料よりなることが望ましい。更に、前記第1アノードはアルミニウムよりなり、前記第2アノード及び第3アノードはニッケルよりなることがより望ましい。

【0037】

また、前記カソードは透明である如く構成すれば、前記有機膜にて生成された光及び前記第1アノードから反射してきた光を前記カソードを通して有機電界発光素子の外部に発光することができる。このように前記カソードを通して有機電界発光素子の外部に光を発光すると、開口率が極めて高くなるので、有機電界発光素子は優れた発光特性を示す。

なお、本明細書中1mTorrは $(10^{-3} \times 101325 / 760)$ Paとする。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる有機電界発光素子の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0039】

以下に説明する本発明の実施の形態にかかる有機電界発光素子は、発光された光が有機電界発光素子の薄膜トランジスタが設けられる面と反対の面である上面から発光される上面発光型の有機電界発光素子である。

【0040】

本実施形態にかかる有機電界発光素子はアノードに特徴があり、ホール注入電極層と反射膜層とからなる多層構造のアノードを有する。このような多層構造を有するアノードは、ホール注入電極層が有機層へホールの注入を行うと同時に、反射膜層が発光層にて生成された光をカソード方向に反射する。反射膜層には反射率の高い物質を用いることにより、有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。また、このようなアノードは同時エッチング処理が可能なため製造工程の単純化といった観点においても好ましい。更に、このような有機電界発光素子を適用した本実施形態にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子は、薄膜トランジスタのソース/ドレイン電極とアノードとの電気的接続も良好である。

【0041】

先ず、本発明の第1の実施の形態にかかる有機電界発光素子の構成について、図1の概略構成図を参照しながら説明する。

【0042】

第1の実施の形態にかかる有機電界発光素子は、基板100の上面に多層構造を有するアノードとして第1アノード101及び第2アノード102が順次に積層され、更に第2アノード102の上面にホール輸送層103、発光層104、電子輸送層105、電子注入層106及びカソード107が順次に積層される構造を有する。

【0043】

第2アノード102とホール輸送層103との間には、ホール注入層（図示せず）を更に形成することができる。

【0044】

10

20

30

40

50

また、発光層 104 が形成されずに電子輸送層 105 だけが形成され、電子輸送層が発光層の役割を同時に果たす構造をとることもできる。

【0045】

発光層 104 と電子輸送層 105 との間には、ホール障壁層 (HBL: Hole Barrier Layer) を更に形成することができる。

【0046】

また、図示はされていないが、有機電界発光素子は水分などによって劣化しやすいため、これを防止するためにカソード 107 の上部に封止層を設けることにより封止される。封止層は、ガラスまたは透明プラスチックなどを接着剤で付着することにより形成され、前記接着剤にはエポキシ接着剤やシリコン接着剤などが用いられる。

10

【0047】

そして、カソード 107 と前記封止層との間には、保護層 (図示せず) を更に形成することができる。前記保護層は内部の有機層を保護するために設けられ、外部からの水分や O_2 ガスの侵入を防いで有機電界発光素子の劣化を防止する。前記保護層を形成する材料には、 Y_2O_3 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiN_xO_y などを使用する。

【0048】

以下に、第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子を形成する各層について詳しく述べる。

【0049】

基板 100 には、有機電界発光素子において一般的に使用されている基板を使用することができる。特に、透明性、表面平滑性、取扱い容易性及び防水性に優れたガラス基板、または透明プラスチック基板を使用することが望ましい。基板 100 の厚さは 0.3 から 1.1 mm の範囲内であることが望ましい。

20

【0050】

第 1 アノード 101 は反射膜である。第 1 アノード 101 には高い反射率を有する金属を用い、その反射率は 60 から 99.9 % の範囲内であることが望ましい。第 1 アノード 101 に使用される物質の具体的な例としては、アルミニウム、アルミニウム合金、銀、銀合金、これらの合金などが挙げられる。製造時のエッチング処理の観点からすると、特にアルミニウムを使用することが望ましい。第 1 アノード 101 の膜厚は、50 から 300 nm の範囲内であることが望ましい。

30

【0051】

第 2 アノード 102 はホール注入電極である。第 2 アノード 102 には、仕事関数が 4.3 から 5.8 eV の範囲内の高い仕事関数を有し、ホール注入特性に優れる伝導性金属またはその酸化物を用いる。仕事関数が 4.3 eV 未満の物質はホール注入特性が低いいため、第 2 アノードを形成する物質としては好ましくない。前記伝導性金属の具体的な例としては、ITO (Indium Tin Oxide: インジウム/錫酸化物)、IZO (Indium Zinc Oxide: インジウム/亜鉛酸化物)、ニッケル (Ni)、白金 (Pt)、金 (Au)、イリジウム (Ir)、クロム (Cr)、銀 (Ag) などが挙げられる。第 2 アノード 102 の膜厚は、3 から 30 nm の範囲内であることが望ましい。これは、膜厚が 30 nm を超えると、後に述べる同時エッチング処理を第 2 アノード及び第 1 アノードに施すのが困難になり、また膜厚が 3 nm 未満であるとホール注入が容易でなくなるからである。

40

【0052】

第 1 の実施の形態の 2 層構造を有するアノードは、第 1 アノード 101 が Al または Ag で形成され、ホール注入電極の第 2 アノード 102 が Ni で形成されることがより望ましい。

【0053】

ホール輸送層 103 にはホール輸送物質が含まれる。ホール輸送層 103 の膜厚は 10 から 50 nm の範囲内であることが望ましい。これは、膜厚が前記範囲を逸脱するとホール注入特性が低下するからである。前記ホール輸送物質の具体的な例としては、 $\Delta 1 \nabla N$,

50

N'-ージ（ナフタレン-1-イル）-N, ▲2▼N'-ージフェニル-ベンジジン（ α -N P B）, ▲3▼N, N'-ビス（3-メチルフェニル）-N, ▲4▼N'-ージフェニル-（1, 1'-ビフェニル）-4, ▲5▼4'-ジアマン（T P D）などが挙げられる。

【0054】

ホール輸送層103にはドーパ剤を更に含むことができる。前記ドーパ剤にはホール（正孔）と電子が結合する際に蛍光特性を示す物質が用いられる。ドーパ剤を添加すれば、その種類及び含量を変化させることにより発光される光の輝度や色を調節することができる。また、ドーパ剤はホール輸送層の熱に対する安定性を向上させるため、有機電界発光素子を長寿命化させることもできる。前記ドーパ剤の含量は、ホール輸送層を形成する物質の総重量に対して0.1から5重量%の範囲内であることが望ましい。

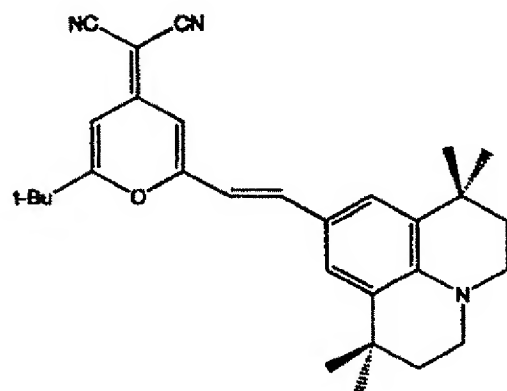
10

【0055】

このようなホール輸送層103のドーパ剤の具体的な例としては、下記化学式1に示す4-（ジシアノメチレン）-2-tert-ブチル-6-（1, 1, 7, 7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル）-4H-ピラン（D C J T B）, クマリン6, ルブレネ, D C M, ペリレン, キナクリドンなどが挙げられる。

【0056】

【化1】



DCJTB

20

30

（化学式1）

【0057】

ホール注入層は、ホール輸送層103と第2アノード102との間に選択的に設けられることができる。前記ホール注入層は、第2アノード102とホール輸送層103との接触抵抗を減少させ、また、発光層104または電子輸送層105へのホール輸送能力を向上させるため、有機電界発光素子全体の性能を高める効果がある。このようなホール注入層を形成する物質には、スターバストアミン系の化合物を用いる。また、前記ホール注入層の膜厚は30から100nmの範囲内であることが望ましい。これは、ホール注入層の膜厚が前記範囲を逸脱するとホール注入特性が低下するからである。

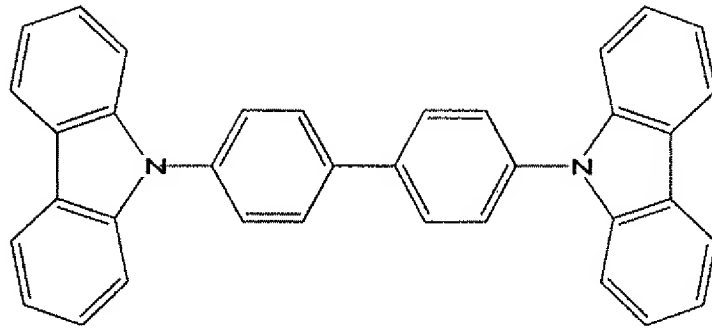
40

【0058】

発光層104には、発光層を形成する物質として一般的に使用されている物質を使用することができる。発光層104の膜厚は、10から40nmの範囲内であることが望ましい。発光層104を形成する物質の具体的な例としては、下記化学式2に示すC B P（4, 4'-ビス（カルバゾール-9-イル）-ビフェニル）が挙げられる。

【0059】

【化2】



CBP

10

(化学式2)

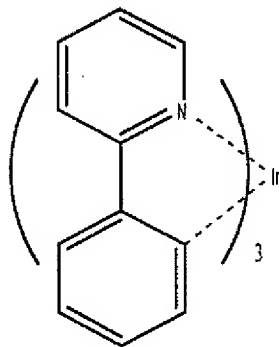
【0060】

発光層104は、前述したホール輸送層103と同じくドーパ剤を更に含むことができる。前記ドーパ剤にはホール（正孔）と電子が結合する際に蛍光特性を示す物質が用いられる。発光層104のドーパ剤の種類及び含量は、前記ホール輸送層103のドーパ剤の種類及び含量とほぼ同じである。発光層104のドーパ剤の具体的な例としては、下記化学式3に示すトリス（フェニルピリジン）イリジウム（IrPPy₃）などが挙げられる。

20

【0061】

【化3】

IrPPy₃

30

(化学式3)

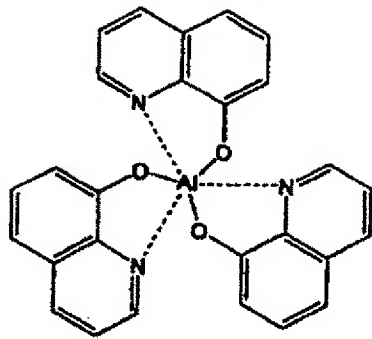
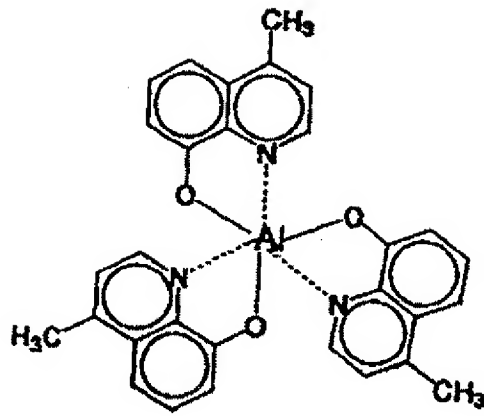
【0062】

電子輸送層105には電子輸送物質が含まれる。電子輸送層105の膜厚は、30から100nmの範囲内であることが望ましい。これは、膜厚が前記範囲を逸脱すると発光効率の低下及び駆動電圧の上昇が生じて好ましくないからである。前記電子輸送物質の具体的な例としては、下記化学式4に示すトリス（8-キノリノレート）-アルミニウム（Almq₃）、Almq₃などが挙げられる。

40

【0063】

【化4】

Alq₃Almq₃

10

(化学式 4)

20

【0064】

電子輸送層 105 は、前述したホール輸送層 103 と同じくドーパ剤を更に含むことができる。前記ドーパ剤にはホール（正孔）と電子が結合する際に蛍光特性を示す物質が用いられる。電子輸送層 105 のドーパ剤の種類及び含量は、前記ホール輸送層 103 のドーパ剤の種類及び含量とほぼ同じである。

【0065】

第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子は、発光層を個別に形成せずに電子輸送層だけを形成して、電子輸送層が発光層の役割を同時に果たす構成を有することもできる。

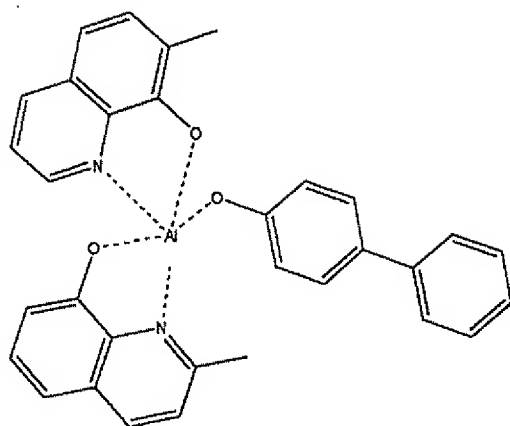
【0066】

前記発光層 104 と電子輸送層 105 との間には、ホール障壁層（HBL: Hole Barrier Layer）を更に形成することができる。前記ホール障壁層は、燐光発光物質から形成されるエクシトンが電子輸送層 105 に移動するのを阻止したり、ホールが電子輸送層 105 に移動するのを阻止する役割を果たす。前記ホール障壁層を形成する物質には、下記化学式 5 に示す BAlq を用いる。

30

【0067】

【化 5】



BALq

10

(化学式5)

【0068】

電子注入層106は、LiFからなる物質により形成される。電子注入層106の膜厚は0.1から10nmの範囲内であることが望ましい。これは、膜厚が前記範囲を逸脱すると駆動電圧が上昇して好ましくないからである。

20

【0069】

カソード層107には、電子注入層106の上に半透過カソードを形成してからその上に透過カソードを形成する半透過／透過型と、電子注入層106の上に透過カソードを直接形成する透過型とがある。前記半透過／透過型の場合は、先ず、仕事関数が小さいLi, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg, Mg合金などの金属からなる半透過カソードを形成してから、その上に低抵抗特性を有するITO, IZOなどからなる透過層が形成される。透過型の場合は、低抵抗特性を有し、またカソードとして機能するに適する仕事関数を有するITO, IZOなどからなる透過カソードが形成される。

30

【0070】

前記半透過カソードの膜厚は5から30nmの範囲内であることが望ましい。これは、膜厚が5nm未満であると低電圧における電子の注入が十分に行われず、また、膜厚が30nm以上であるとカソードの透過率が著しく低下して好ましくないからである。また、半透過カソードと透過カソードとを合わせた全体の膜厚は、10から400nmの範囲内であることが好ましい。

【0071】

次に、本発明の第2の実施の形態にかかる有機電界発光素子について、図2の概略構成図を参照しながら説明する。

【0072】

第2の実施の形態にかかる有機電界発光素子は、第1の実施の形態にかかる有機電界発光素子と比較すると、第1アノード101と基板100との間に第3アノード102'が更に形成された積層構造を有する。即ち、第1の実施の形態のアノードは2層構造を有し、第2の実施の形態のアノードは3層構造を有する。

40

【0073】

第3アノード102'はホール注入電極である。第3アノード102'には、第2アノード102と同様に、仕事関数が4.3から5.8eVの範囲内の高い仕事関数を有し、ホール注入特性に優れる伝導性金属またはその酸化物を用いる。第3アノード102'に使用される伝導性金属の具体的な例は第2アノード102と同様であり、また、膜厚も第2アノード102と同じ範囲で形成される。

50

【0074】

また、第2の実施の形態の3層構造を有するアノードは、第1アノード101がA1またはAgで形成され、ホール注入電極の第2アノード102及び第3アノード102'がNiで形成されることがより望ましい。

【0075】

前述したように、第1の実施の形態のアノードの最も望ましい構成は、A1の第1アノードの上にNiの第2アノードが積層されるA1/Niの2層構造である。また、第2の実施の形態の最も望ましい構成は、Niの第3アノードの上にA1の第1アノード、Niの第2アノードが順に積層されるNi/A1/Niの3層構造である。このような構造のアノードには、以下のような利点がある。

10

【0076】

一般的に、金属薄膜の透過率を良くするためにはその導電性を低くしなければならない。Niの伝導率の約 $1.43 \times 10^5 / \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ は、A1の伝導率の約 $3.65 \times 10^5 / \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ に対しておおよそ40%であり、Niの伝導率の方が低い値を示す。即ちニッケル層は、下部のアルミニウム層からの反射光を透過させるのに十分な高透過率を有する。従ってA1/Ni構造のアノードを有する有機電界発光素子は、アノード全体の厚さが厚い場合でも、アルミニウム層からの反射光を利用することにより発光効率は高くなる。更に、伝導率の高いアルミニウム層をニッケル層の下面に形成することにより抵抗が低くなるので、有機電界発光素子のホール注入特性も良好になる。また、アルミニウムはニッケルと比較すると酸化しにくいいため、電気化学的反応によってニッケル層が酸化されるのを防止する役割を果たす。このように、A1/NiまたはNi/A1/Ni構造のアノードを採用することにより、駆動電圧、抵抗及び反射率にかかる特性面において望ましい有機電界発光素子を得ることができる。

20

【0077】

また、本発明の実施の形態にかかる有機電界発光素子のアノードの総反射率は少なくとも60%以上となり、特に85%から99.9%の値を有する。また、半透過カソードに用いられる物質は、A1からの反射光を透過させるために、その伝導率はA1より相対的に低くしなければならない。

【0078】

次に、第1の実施の形態にかかる2層構造アノードを有する有機電界発光素子の製造工程について、図3を参照しながら説明する。

30

【0079】

まず、基板200の上面に金属反射膜である第1アノード201をスパッタリング法により形成する(図3(a))。更に、第1アノード201の上面にスパッタリング法により第2アノード202を形成する(図3(b))。

【0080】

このように連続してスパッタリングを実施することにより、アノードの膜質がきめ細かになって第1アノード201と第2アノード202との界面特性が良好になり、ホール注入が円滑に行われるようになる。

【0081】

前記スパッタリングの条件として、スパッタのパワーは0.1から4W/cm²の範囲内である。また、スパッタリングガス及び不活性ガスの種類には特に制限はないが、一般的にはアルゴン、ヘリウム、ネオン、クリプトン、キセノンまたはこれらの混合物などが使用される。スパッタリング処理を実施中のスパッタリングガス及び不活性ガスの圧力は、0.1から20Paの範囲内である。

40

【0082】

次に、前記形成された2層構造のアノードに、アルミニウムエッチング剤を使用して同時エッチング処理を行い、パターニングを実施する。

【0083】

そして、パターニングされたアノードの上面に有機膜を積層する。このとき、有機膜は、

50

ホール注入層，ホール輸送層，発光層，ホール障壁層，電子輸送層，及び電子注入層のうちから選択された一つ以上を含む。図3の有機膜は，ホール輸送層203，発光層204，電子輸送層205，及び電子注入層206を順次に積層して形成される。このとき，ホール輸送層203，発光層204，電子輸送層205，及び電子注入層206を形成する方法としては，一般的に使用されている有機電界発光素子の有機膜の形成方法を使用することができ，例えば，真空熱蒸着法などを使用する。

【0084】

そして，前記有機膜の上面に，真空熱蒸着法，スパッタリング法などによりカソード207を形成する（図3（c））。

【0085】

次に，図示されていないが，カソード207の上面に封止層を形成する。封止層の形成方法は，エポキシ接着剤やシリコン接着剤などの接着剤を使用してガラスや透明プラスチックなどを基板200に接着してから，紫外線硬化処理または熱硬化処理によって付着させる方法が望ましい。

【0086】

保護層を設ける場合は，スパッタリング法または電子ビーム法により，カソード207と封止層との間に保護層を更に形成する。

【0087】

次に，第2の実施の形態にかかる3層構造アノードを有する有機電界発光素子の製造工程について，図4を参照しながら説明する。

【0088】

まず，基板200の上面に第3アノード202'をスパッタリング法により形成する（図4（a））。そして，第3アノード202'の上面にスパッタリング法により第1アノード201を形成する（図4（b））。更に，第1アノード201の上面にスパッタリング法により第2アノード202を形成する（図4（c））。

【0089】

その後，第1の実施の形態と同様にアノードをパターニングし，その上に第1の実施の形態と同様の方法で，有機膜を積層してから更にその上にカソードを形成する（図4（d））。

【0090】

次に，第1の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の構成について，図5を参照しながら説明する。

【0091】

アクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子は，各画素ごとに，画像が表示される画素部20と，画素部20を駆動する駆動部40とを有する構成を成す。

【0092】

画素部20は，透明基板308と，その上部に積層される複数の絶縁膜と，パネル部分とを含んで構成される。

【0093】

前記複数の絶縁膜は，順次に積層されるバッファ絶縁膜309，中間絶縁膜311，層間絶縁膜312，及び平坦化膜316を含んで構成される。

【0094】

前記パネル部分は，アノードと有機膜とカソードとを含み，平坦化膜316の上部に連結配置される。前記パネル部分は，第1アノード301と第2アノード302とが順に積層された上に絶縁膜317が形成され，更にその上部にホール輸送層303，発光層304，電子輸送層305，電子注入層306，及びカソード307が順に積層されて形成される。ホール輸送層303，発光層304，電子輸送層305，電子注入層306，及びカソード307は，図に示すように駆動部40と電氣的に接続されている。

【0095】

駆動部40には，スイッチの役割りを果たすアクティブ素子としての薄膜トランジスタが

10

20

30

40

50

配置される。以下に前記薄膜トランジスタの構成について説明する。

【0096】

透明基板308の上面に形成されたバッファ絶縁膜309の上面に、ポリシリコンよりなる半導体層310が設けられる。半導体310の上部には、所定位置にゲート電極315が配置され、更にゲート電極315を覆うように層間絶縁膜312が設けられる。半導体層310の一端にはソース電極313、他端にはドレイン電極314が設けられ、ソース電極313及びドレイン電極314はそれぞれコンタクトホール313aを通じて半導体層310に接続される。ソース電極313とドレイン電極314の上部には平坦化膜316が設けられる。

【0097】

駆動部40と画素領域20とは、接続孔318を通じて電氣的に連結されている。即ち、駆動部40のドレイン電極314は、画素領域20の第1アノード301と接続孔318を通じて電氣的に接続される。接続孔318の細部は図示されていないが、その内部は、第1アノード301及び第2アノード302を形成する物質により2層構造を成して充填されている。

【0098】

次に、第2の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の構成について、図6を参照しながら説明する。

【0099】

第2の実施の形態にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子は、第1アノード301の下部に第3アノード302'が更に形成される構成が、第1の実施の形態と比較して異なる。従って、ドレイン電極314は、画素領域20の第3アノード302'と接続孔318を通じて電氣的に接続される。接続孔318の細部は図示されていないが、その内部は、第3アノード302'、第1アノード301及び第2アノード302を形成する物質により3層構造を成して充填されている。

【0100】

前述したような、アクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子の駆動部40と画素領域20との接続方法、即ち、駆動部の薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極と画素領域のアノードとを接続孔318によって接続する方法は、両者間の電氣的な接続を問題なく良好に保つことができる。また、前記ソース／ドレイン電極は単純な構成を有するため、ソース／ドレイン電極をアルミニウムのみで構成することも可能である。

【0101】

次に、第1の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の製造工程について図7を参照しながら説明する。

【0102】

先ず、薄膜トランジスタを従来の技術による一般的な方法で形成する。そして、接続孔318が形成された薄膜トランジスタの平坦化膜316の上面に2層構造を有するアノード、すなわち、第1アノード301と第2アノード302とを形成する(図7(a))。

【0103】

第1アノード301及び第2アノード302から成る2層構造のアノードは、スパッタリング法により形成される。前記スパッタリングの条件として、スパッタのパワーは0.1から4W/cm²の範囲内である。また、スパッタリングガス及び不活性ガスの種類には特に制限はないが、一般的にはアルゴン、ヘリウム、ネオン、クリプトン、キセノンまたはこれらの混合物などが使用される。スパッタリング処理を実施中のスパッタリングガス及び不活性ガスの圧力は、0.1から20Paの範囲内である。

【0104】

次に、前記形成された2層構造のアノードに同時エッチング処理を行い、パターンニングを実施する。そして、第2アノード302の上部に絶縁膜317を形成する(図7(b))。絶縁膜317を形成する材料には、各画素間を互いに絶縁させる物質を使用し、その具体的な例としては、アクリル系樹脂またはフェノール系樹脂などが挙げられる。

10

20

30

40

50

【0105】

そして、絶縁膜317の上部に一般的に使用されている方法を用いて有機膜を形成する。前記有機膜は、ホール輸送層302、発光層304、電子輸送層305、及び電子注入層306を順次積層することにより形成される。そして、前記有機膜の上面にカソード307を形成する(図7(c))。

【0106】

次に、第2の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の製造工程について図8を参照しながら説明する。

【0107】

その製造方法は、第1の実施の形態にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子の製造方法とほぼ同じであり、その相違点は、接続孔318が形成された薄膜トランジスタの平坦化膜316の上面に、第3アノード302'がスパッタリング法にて形成されてから、第1アノード301及び第2アノード302とが更にスパッタリング法にて順次積層されて、3層構造を有するアノードが形成される(図8(a))点である。また、3層構造を有するアノードも、2層構造のアノードと同様に同時エッチング処理にてパターニングされる。

10

【0108】

その後の絶縁膜317が形成される過程(図8(b))、及び有機膜とカソード307とが形成される過程(図8(c))は、第1の実施の形態のアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子と同様に行われる。

20

【0109】

前述したようにアノードのパターニングにおいては、第1アノードと第2アノードとを同時にエッチングする。このように2層を同時にエッチングすることにより、製造工程が単純化される。前記同時エッチングには、湿式エッチング法または乾式エッチング法のいずれかを用いることができる。

【0110】

このとき、2層構造を有するアノードを湿式エッチング法により同時エッチングする場合、エッチングの際の電気化学的反応によって金属が腐食するガルバニック腐食が起こる可能性がある。このようなガルバニック腐食は、乾式エッチング法を用いることにより防止することができる。

30

【0111】

一方、3層構造のアノードを湿式エッチング法により同時エッチングする場合には、ガルバニック腐食は起こらない。また、3層構造を有するアノードを乾式エッチング法により同時エッチングした場合には表面に微細な凹凸が形成されるため、高精細化された反射を行う反射型アノードを形成することができる。反射型アノードにどのようなパターニングを行うかは、連結形成される薄膜トランジスタのパターニング内容に応じて異なってくる。

【0112】

本発明の実施の形態を、実施例及び比較例を挙げてより詳細に説明する。下記実施例は例示的なものであり、本発明の範囲を限定するものではない。

【0113】

実施例1の有機電界発光素子は、第2の実施の形態であるNi/A1/Niの3層構造アノードを採用している。実施例2も同じくNi/A1/Niの3層構造アノードを採用しており、実施例1と比較するとNiの膜厚が異なる。実施例3の有機電界発光素子は、第1の実施の形態であるA1/Niの2層構造アノードを採用している。比較例1は、A1/SiO₂/ITOが積層されたアノードを採用している。

40

【0114】

実施例1、2、及び3については、電流密度-電圧、輝度-電圧、発光効率-輝度、及びエネルギー消費効率-輝度の関係を測定して、本発明の実施の形態にかかる有機電界発光素子を評価した。また、輝度-電圧、及び発光効率-電圧の関係を、実施例1と比較例1について比較した。

50

【0115】

以下に実施例及び比較例で用いた有機電界発光素子の条件について述べる。

【0116】

【実施例1】

Ni（膜厚75Å）／Al（膜厚1800Å）／Ni（膜厚75Å）の3層構造アノードを有する上面発光型有機電界発光素子を使用した。その製造方法を以下に述べる。

【0117】

まず、3層構造のアノードを以下の通り形成する。ガラス基板上にNiを、RFースパッタを用いて0.7kW、2mTorrの条件でスパッタリングして、膜厚75Åの第3アノードを形成する。その上部にAlを、DCスパッタを用いて4kW、4mTorrの条件でスパッタリングして膜厚1800Åの第1アノードを形成する。次に、前記第1アノードの上部にNiを、RFースパッタを用いて0.7kW、2mTorrの条件でスパッタリングして膜厚75Åの第2アノードを形成する。

10

【0118】

次に、アノードをパターン化する。前記形成された3層構造アノードの上にAl用エッチング剤である塩酸水溶液をスプレーした後、これを40℃で同時エッチングしてパターン化されたアノードを得る。

【0119】

そして、絶縁膜を形成するために、前記パターン化されたアノードの上部に2mm×2mmの発光領域パターンを形成する。そして、前記結果物を、水、イソプロピルアルコール、及びアセトンでそれぞれ順次洗浄した後に、更にUV/O₃洗浄器を用いて洗浄する。

20

【0120】

次に、ホール注入層及びホール輸送層を形成する。前記発光領域の第2アノード上部にIDE406（出光興産社製）を真空蒸着して、膜厚50nmのホール注入層を形成する。そして、前記ホール注入層の上部にNPBを0.1nm/secの速度で真空蒸着して、膜厚15nmのホール輸送層を形成する。

【0121】

そして、発光層を形成する。前記ホール輸送層の上部に、重量比100：5で混合されたCBPとIrPPy₃との混合物を熱蒸着して、膜厚25nmの発光層を形成する。

【0122】

次に、ホール障壁層（HBL）及び電子輸送層を形成する。前記発光層上部にBALqを蒸着して膜厚10nmのホール障壁層を形成する。前記ホール障壁層の上部にAlq₃を真空蒸着して、膜厚40nmの電子輸送層を形成する。

30

【0123】

そして、カソードを形成する。前記電子輸送層の上部に、重量比10：1で混合されたマグネシウムと銀との混合物を熱蒸着して、膜厚10nmの半透過型カソードを形成する。次に、前記カソードの上部にITOを、スパッタリング法を用いて、速度0.2nm/sec、及び圧力1×10⁻⁵Paの真空条件下で蒸着し、透過型カソードを形成する。

【0124】

最後に、窒素ガス雰囲気、及び無水条件下において、UV接着剤を用いてガラスを前記結果物に付着させて封止層を形成し、これに約70℃で約1時間の熱硬化処理を施して、上面発光型有機電界発光素子を製造した。

40

【0125】

【実施例2】

Ni（膜厚100Å）／Al（膜厚1800Å）／Ni（膜厚100Å）の3層構造アノードを有する上面発光型有機電界発光素子を使用した。即ち、実施例1と比較すると、第2アノード及び第3アノードの膜厚が変わっている。製造方法は実施例1と同じである。

【0126】

【実施例3】

Al（膜厚1800Å）／Ni（膜厚75Å）の2層構造アノードを有する上面発光型有

50

機電界発光素子を使用した。その製造方法を以下に述べる。

【0127】

先ず、2層構造のアノードを以下の通り形成する。ガラス基板上にAlを、DCスパッタを用いて4kW、4mTorrの条件でスパッタリングして膜厚1800Åの第1アノードを形成する。次に、前記第1アノードの上部にNiを、RFスパッタを用いて0.7kW、2mTorrの条件でスパッタリングして膜厚75Åの第2アノードを形成する。

【0128】

以後の工程は実施例1と同じ方法によって実施して、上面発光型有機機電界発光素子を製造した。

【0129】

(比較例1)

Al/SiO₂/ITOからなるアノードを有する上面発光型有機機電界発光素子を使用した。実施例1との相違点は、前記アノードの構成と、カソードにCaを使用したことである。その相違点及び製造方法を以下に述べる。

【0130】

先ず、アノードを以下の通り形成する。ガラス基板上にAlを、DCスパッタを用いて4kW、4mTorrの条件でスパッタリングして膜厚1800ÅのAl層を形成する。前記Al層の上にフォトリソ膜を形成した後、これを露光、現像、エッチング及び除去工程を通じてパターンニングし、パターン化されたAl層を形成する。次に、前記Al層の上にSiO₂をスパッタリングして、膜厚100nmのSiO₂層を形成する。そして、前記SiO₂層の上にフォトリソ膜を形成した後、これを露光、現像、エッチング及び除去工程を通じてパターンニングし、パターン化されたSiO₂層を形成する。その後、前記SiO₂層の上部にITOをスパッタリングしてITO層を積層する。そして、前記ITO層の上にフォトリソ膜を形成した後、これを露光、現像、エッチング及び除去工程を通じてパターンニングし、パターン化されたITO層を形成する。また、カソードは、Caを蒸着して、膜厚を10nmにして形成した。

【0131】

実施例1(第2の実施の形態)の有機機電界発光素子に関する測定結果を、図9及び下記表1に示す。

【0132】

図9(a)は、「電流密度-電圧-輝度」の関係を示すグラフである。電圧(V)と電流密度(mA・cm⁻²)との関係は――○――の線で示されており、電圧(V)と輝度(cd・cm⁻²)との関係は――□――の線で示されている。

【0133】

図9(b)は、「発光効率-輝度-エネルギー消費効率」の関係を示すグラフである。輝度(cd・cm⁻²)と発光効率(cd/A)との関係は――○――の線で示されており、輝度(cd・cm⁻²)とエネルギー消費効率(Lm/W)との関係は――□――の線で示されている。

【0134】

【表1】

10

20

30

40

アノード構成	効率(cd/A)	輝度(nit)	電圧(V)
Ni(75Å)/Al(1800Å)/Ni(75Å)	15	100	7
	20	500	7.9
	21	1000	9.0

10

【0135】

図9及び表1より、3層構造のアノードを有する有機電界発光素子は優れた発光効率及び駆動電圧特性を示すことがわかる。

【0136】

実施例3（第1の実施の形態）の有機電界発光素子に関する測定結果を、図10及び下記表2に示す。

【0137】

図10(a)は、「電流密度－電圧－輝度」の関係を示すグラフである。電圧(V)と電流密度($\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$)との関係は――○――の線で示されており、電圧(V)と輝度($\text{cd} \cdot \text{cm}^{-2}$)との関係は――□――の線で示されている。

20

【0138】

図10(b)は、「発光効率－輝度－エネルギー消費効率」の関係を示すグラフである。輝度($\text{cd} \cdot \text{cm}^{-2}$)と発光効率(cd/A)との関係は――○――の線で示されており、輝度($\text{cd} \cdot \text{cm}^{-2}$)とエネルギー消費効率(lm/W)との関係は――□――の線で示されている。

【0139】

【表2】

アノード構成	効率(cd/A)	輝度(nit)	電圧(V)
Al(1800Å)/Ni(75Å)	13	100	7
	19	500	8.2
	20	1000	9.1

30

【0140】

図10及び表2より、2層構造のアノードを有する有機電界発光素子も優れた発光効率及び駆動電圧特性を示し、3層構造のアノードを有する有機電界発光素子と特性面での差が殆どないことが分かった。これにより、反射膜としての機能及びアノードとしてのホール注入機能が、上部の2層、即ち第1アノード及び第2アノードでなされることが分かった。

40

【0141】

実施例1と比較例1との、「輝度－電圧」及び「発光効率－電圧」の比較結果を図11及び下記表3に示す。

【0142】

50

図 1 1 (a) は, 「輝度－電圧」の関係を示すグラフであり, 図 1 1 (b) は, 「発光効率－電圧」の関係を示すグラフである。それぞれのグラフにおいて, 実施例 1 は――◆――の線で示されており, 比較例 1 は――■――の線で示されている。

【0143】

【表 3】

アノード区分	効率(cd/A)	輝度(nit)	電圧(V)
実施例 1	6.8	100	6.7
	11.0	500	7.6
	12.9	1000	8.1
比較例 1	1.6	100	7.1
	4.8	500	8.0
	8.1	1000	8.4

【0144】

図 1 1 及び表 3 より, 実施例 1 の有機電界発光素子の方が比較例 1 の有機電界発光素子よりも駆動電圧が低く, 発光効率及び駆動電圧特性が改善されたことがわかった。即ち, 実施例 1 の多層構造を有するアノードは, 反射層及びアノード層としての機能が比較例 1 のアノードよりも優れていると言える。

【0145】

以上, 添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが, 本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば, 特許請求の範囲に記載された範疇内において, 各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり, それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0146】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば, ホール注入電極層と反射膜層とからなるホール注入特性に優れた反射率の高い多層構造のアノードを設けることにより, 発光特性が改善された部分に特徴のある有機電界発光素子及び有機電界発光表示を提供できるものである。

【0147】

本発明にかかる上面発光型の有機電界発光素子はアノードに特徴があり, ホール注入電極層と反射膜層とからなる多層構造のアノードを有する。このような多層構造を有するアノードは, ホール注入電極層が有機層へホールの注入を行うと同時に, 反射膜層が発光層にて生成された光をカソード方向に反射する。反射膜層には反射率の高い物質を用いることにより, 有機電界発光素子の発光効率を高めることができる。また, このようなアノードは同時エッチング処理が可能なため製造工程を単純化することができる。

【0148】

また, 本発明にかかるアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子は, 薄膜トランジスタのソース／ドレイン電極とアノードとの電氣的接続が良好でありその構成が簡単であるため, 製造工程の短縮化やコスト削減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子の概略構成を示す断面図で

ある。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態にかかる有機電界発光素子の概略構成を示す断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子の製造工程を示す図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態にかかる有機電界発光素子の製造工程を示す図である。

【図 5】第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の概略構成を示す断面図である。

【図 6】第 2 の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の概略構成を示す断面図である。 10

【図 7】第 1 の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の製造工程を示す図である。

【図 8】第 2 の実施の形態にかかる有機電界発光素子をアクティブマトリックス駆動方式の有機電界発光素子に適用した場合の製造工程を示す図である。

【図 9】実施例 1（第 1 の実施の形態）の有機電界発光素子の「電流密度－電圧－輝度」及び「発光効率－輝度－エネルギー消費効率」特性を示すグラフである。

【図 10】実施例 3（第 2 の実施の形態）の有機電界発光素子の「電流密度－電圧－輝度」及び「発光効率－輝度－エネルギー消費効率」特性を示すグラフである。

【図 11】実施例 1（第 1 の実施の形態）及び比較例 1 の有機電界発光素子の「電圧－輝度」及び「電圧－効率」特性を示すグラフである。 20

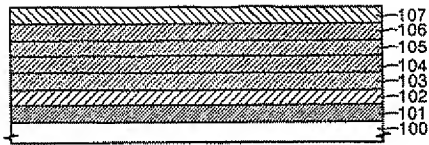
【符号の説明】

- 20 画素部
- 40 駆動部
- 301 第 1 アノード
- 302 第 2 アノード
- 303 ホール輸送層
- 304 発光層
- 305 電子輸送層
- 306 電子注入層
- 307 カソード
- 308 透明基板
- 309 バッファ絶縁膜
- 310 半導体層
- 311 中間絶縁膜
- 312 層間絶縁膜
- 313 ソース電極
- 313 a コンタクトホール
- 314 ドレイン電極
- 315 ゲート電極
- 316 平坦化膜
- 317 絶縁膜
- 318 接続孔

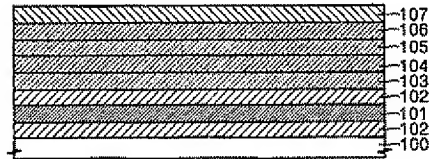
30

40

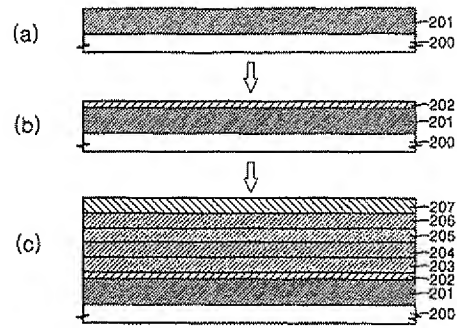
【図 1】



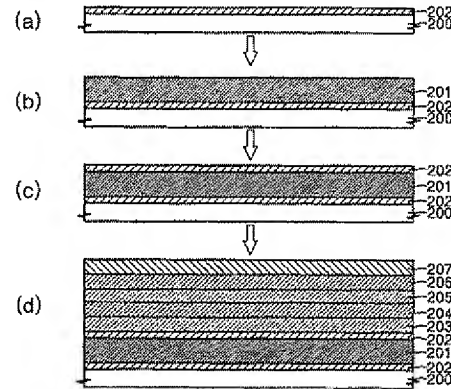
【図 2】



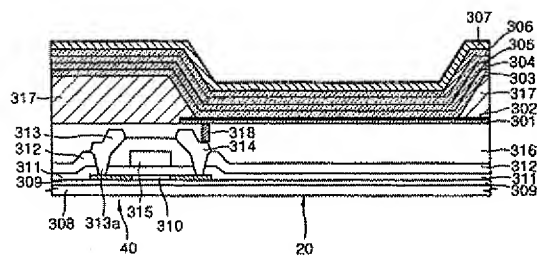
【図 3】



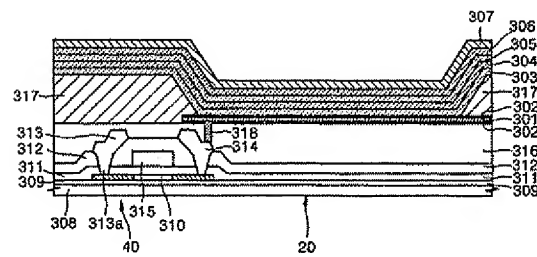
【図 4】



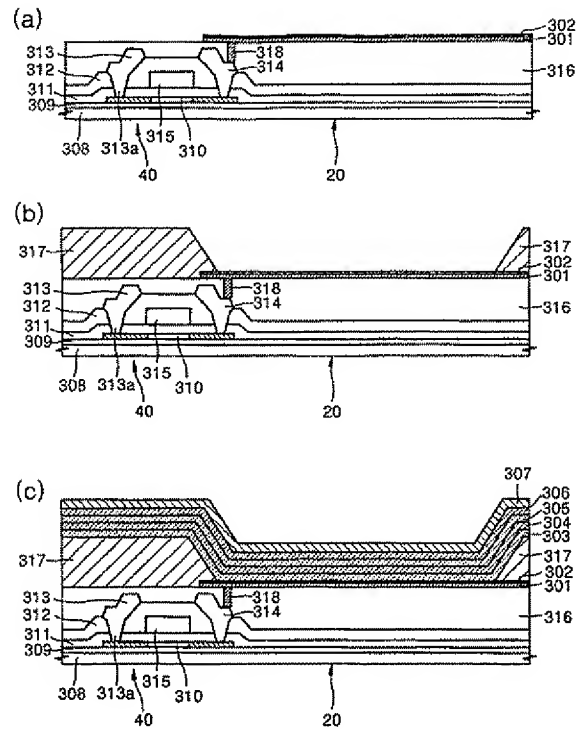
【図 5】



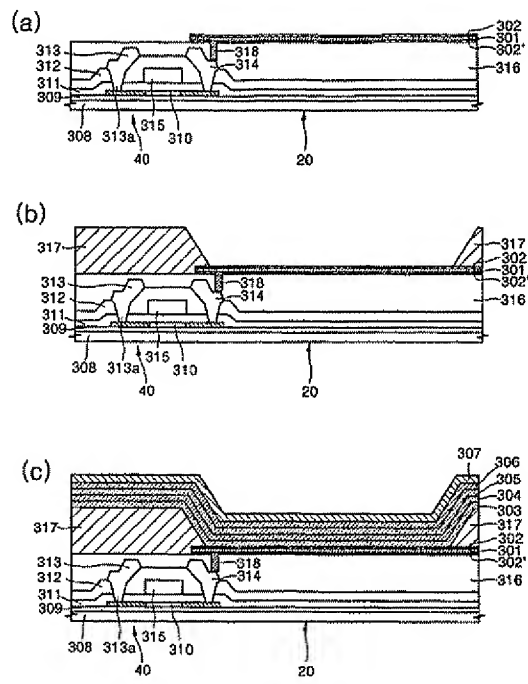
【図 6】



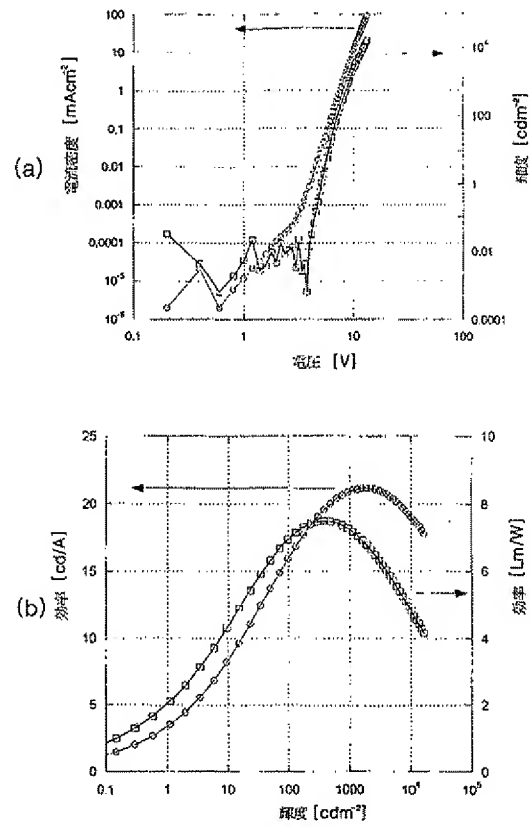
【図 7】



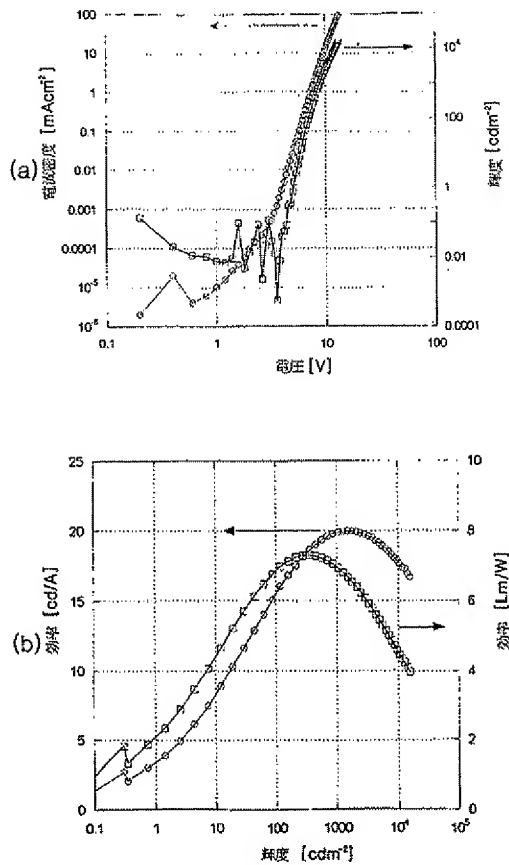
【図 8】



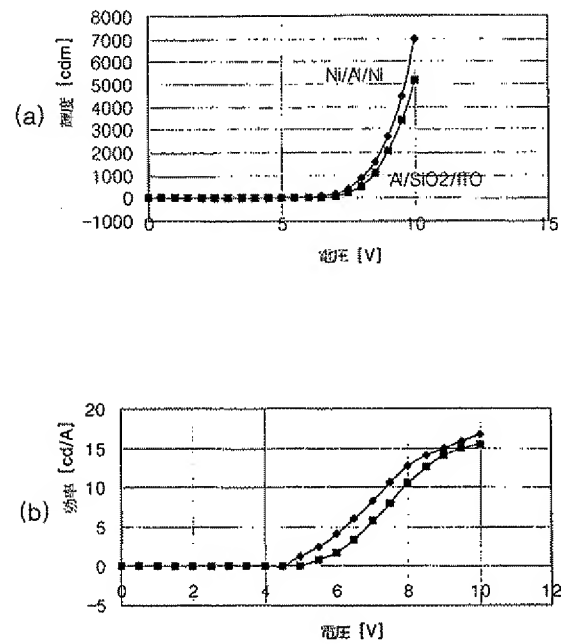
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 崔 鎔中

大韓民国ソウル市江西区禾谷4洞504-90

(72)発明者 権 章赫

大韓民国京畿道水原市長安区華西洞650番地 華西住公アパート411-1805

(72)発明者 鄭 鎮雄

大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞(番地なし) 璧積谷9団地アパート909-1504

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB06 AB11 CC01 DB03 FA01

Family list

1 application(s) for: **JP2001043981**

1 DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURE OF THE SAME

Inventor: FUJIMORI SHIGEO ; HIMESHIMA
YOSHIO (+1)

Applicant: TORAY INDUSTRIES

EC:

IPC: *H05B33/26; G09F9/00; G09F9/30; (+21)*

Publication info: **JP2001043981 (A)** — 2001-02-16

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide